

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日  
Date of Application:

2001年 7月16日

出願番号  
Application Number:

特願2001-215793

出願人  
Applicant(s):

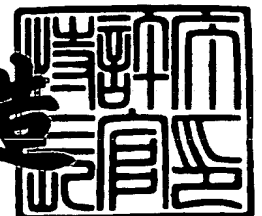
三菱電機株式会社



2001年 8月10日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3071624

【書類名】 特許願

---

【整理番号】 532180JP01

---

【提出日】 平成13年 7月16日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/00  
H01L 27/00

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会  
社内

    【氏名】 長谷川 岳穂

【特許出願人】

    【識別番号】 000006013

    【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100089118

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 酒井 宏明

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 036711

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9803092

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体集積回路の配線方法、半導体集積回路、及び配線方法を  
コンピュータに実行させるプログラム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 多層構造を有する半導体集積回路における第 1 の層上に配置された第 1 の配線と、第 2 の層上に配置された第 2 の配線を電氣的に接続する半導体集積回路の配線方法において、

前記第 1 の配線と前記第 2 の配線との間に所定の数のスルーホールを設定することを条件として前記第 1 の配線及び前記第 2 の配線を配置する配線工程と、

決定された前記第 1 の配線と前記第 2 の配線との間に新たな他のスルーホールの設定が可能な、前記第 1 及び第 2 の層のうちの一方の層における設定領域と、該設定領域の他方の層における射影領域である対応領域を検索する領域検索工程と、

前記設定領域と前記対応領域との間に新たな他のスルーホールを設定するスルーホール設定工程と、

を含むことを特徴とする半導体集積回路の配線方法。

【請求項 2】 多層構造を有する半導体集積回路における第 1 の層上に配置された第 1 の配線と、第 2 の層上に配置された第 2 の配線を電氣的に接続する半導体集積回路の配線方法において、

前記第 1 の配線と前記第 2 の配線との間に所定の数のスルーホールを設定することを条件として前記第 1 の配線及び前記第 2 の配線を配置する第 1 の配線工程と、

決定された前記第 1 の配線と前記第 2 の配線との間に新たな他のスルーホールの設定が可能な、前記第 1 の層における設定領域と、該設定領域の前記第 2 の層における射影領域である対応領域を検索する領域検索工程と、

前記検索した設定領域上または前記対応領域上に前記他のスルーホールを設定するための追加配線を配置する第 2 の配線工程と、

前記設定領域と前記対応領域との間に新たな他のスルーホールを設定するスルーホール設定工程と、

を含むことを特徴とする半導体集積回路の配線方法。

【請求項 3】 前記領域検索工程では、前記設定領域においては前記第 1 の配線が配置された領域の一部であることを検索の条件とし、前記対応領域においては前記第 2 の配線と近接し、かつあらゆる配線及び回路素子が存在しない領域であることを検索の条件とし、

前記第 2 の配線工程において、前記対応領域まで前記第 2 の配線を延伸させることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の半導体集積回路の配線方法。

【請求項 4】 前記領域検索工程では、前記設定領域においては前記第 1 の層上で前記第 1 の配線に近接し、かつあらゆる配線及び回路素子が存在しない領域であることを検索の条件とし、前記対応領域においては前記第 2 の層上で前記第 2 の配線に近接し、かつあらゆる配線及び回路素子が存在しない領域であることを検索の条件とし、

前記第 2 の配線工程において、前記第 1 の層において前記第 1 の配線を前記設定領域まで延伸させ、前記第 2 の層において前記第 2 の配線を前記対応領域まで延伸させることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の半導体集積回路の配線方法。

【請求項 5】 前記スルーホール設定工程において、前記新たな他のスルーホールの形状を、前記第 1 の配線工程で設定したスルーホールと同一の形状とすることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか一つに記載の半導体集積回路の配線方法。

【請求項 6】 前記スルーホール設定工程において、前記新たな他のスルーホールの形状を、前記設定領域の形状に対応する形状とすることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか一つに記載の半導体集積回路の配線方法。

【請求項 7】 第 1 の層及び第 2 の層を含む多層構造を有し、各層の配線間をスルーホールにより電氣的に接続する半導体集積回路において、

前記第 1 の層上に配置された設定領域と、

前記第 2 の層上に配置され、前記設定領域の射影領域である対応領域と、

前記設定領域と前記対応領域の間を接続し、前記設定領域及び前記対応領域の形状に対応した形状からなるスルーホールと、

を備えたことを特徴とする半導体集積回路。

【請求項 8】 前記請求項 1 ～ 6 のいずれか一つに記載された方法をコンピュータに実行させることを特徴としたプログラム。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

この発明は、多層構造を有する半導体集積回路における異なる層に配置された配線の接続に使用するスルーホールにおいて、従来の方法による配線を変更することなしに新たなスルーホールを設定することにより配線における抵抗を軽減させ、あるいはプロセス歩留まりを向上させる半導体集積回路の配線方法、半導体集積回路、及び配線方法をコンピュータに実行させるプログラムに関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

半導体集積回路に搭載される回路素子の数は、近年、指数関数的に増加しており、例えば 1 メガビットのダイナミック・ランダム・アクセス・メモリ（DRAM）においては、2 2 0 万個の回路素子が搭載されている。回路を構成する平面の面積は有限であり配線のパターン等により回路の性能は左右されるため、これら多量の回路素子の配置並びに回路素子間を接続する配線をどのように構成するかはきわめて重要な課題である。この配線工程をすべて人の手で行うことは、開発時間及び精度の面から適切とはいえず、現在は計算機（CAD）を用いて自動的に回路素子の配置及び配線のパターンを決定する手法が主流となっている。

【 0 0 0 3 】

図 1 1 は、従来の方法で配線が行われた、多層構造からなる半導体集積回路の一部を示す模式図である。ここで、図 1 1 は第 1 層及び第 2 層からなる半導体集積回路を回路面に対し鉛直上方から見た透過図であり、第 1 層上に配置された配線と第 2 層上に配置された配線を同一平面上に表している。すなわち、a 配線 1、a 配線 2、b 配線 3、c 配線 4 は第 1 層上に配置された配線であり、A 配線 8、D 配線 9、E 配線 1 0 は第 2 層上に配置された配線である。また、a 配線 1、

2 及び A 配線 8 は同一の電気信号を伝送し、その他の配線は、それぞれ異なる電気信号を伝送する。

## 【 0 0 0 4 】

第 1 層と第 2 層との間には絶縁層が挟まれており異なる層に属する配線は互いに絶縁されているが、a 配線 1 と A 配線 8、a 配線 2 と A 配線 8 は同一信号を扱うため電氣的に接続されている必要がある。そのため a 配線 1 と A 配線 8 はスルーホール 5 によって、a 配線 2 と A 配線 8 はスルーホール 6 によって接続されている。スルーホールは回路面に対して垂直方向に第 1 層と第 2 層との間に挟まれた絶縁層を貫いて設定されるため、第 1 層と第 2 層との間の導通を確保することができる。このようなスルーホールを設定するために従来の自動配線では、接続する配線の組に対してスルーホールを必ず 1 つ配置することを条件に、配線パターンが設定される。具体的には自動配線において、電氣的に接続する必要のある配線の組に対して一方の配線上に設定領域を配置し、他方の配線上には設定領域の射影である対応領域を配置する。そして絶縁層を貫く形でスルーホールが設定され、設定領域と対応領域との間を接続する。

## 【 0 0 0 5 】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、近年の装置の微細化の要請により回路素子の小型化並びに配線の幅の減少が進んでいる。図 1 1 に示したようにスルーホールは配線の幅よりも狭い幅で設定されるため、スルーホール 1 つあたりの回路面における断面積は配線幅の減少に対応して小さくなる。しかも従来の自動配線では異なる層に配置された配線の組に対して導通させるために設定されるスルーホールは 1 つだけである。

## 【 0 0 0 6 】

一方でスルーホールにおける電気抵抗はスルーホールの断面積に反比例するため半導体集積回路の微細化を進めるに従ってスルーホールの抵抗値は増大し、電流は流れにくくなる。

## 【 0 0 0 7 】

また、スルーホールの断面積が小さくなるとその分スルーホールの形成は困難

となり、半導体集積回路の製造工程においてスルーホール部分で断線が生ずる確率が上昇する。1つのスルーホールが断線したことによって、半導体集積回路の他の部分に問題がなくともその半導体集積回路は動作不能となり製品としての出荷が不可能となるため、半導体集積回路の歩留まりの低下を招くという弊害が生ずる。

## 【 0 0 0 8 】

さらには、一般論としてエレクトロマイグレーション耐性は電流密度の2乗に反比例して悪化することが知られている。同じ大きさの電流を流した場合、断面積の小さいスルーホールの電流密度は増大するためエレクトロマイグレーション耐性が悪化するという弊害が生ずる。

## 【 0 0 0 9 】

これに対し、自動配線において異なる層に配置される配線の組に対して設定されるスルーホール数を増やすことが対策として考えられる。例えば今まで1つのスルーホールで接続していた配線間を2つのスルーホールで接続するようにすればその分回路面に対するスルーホールの断面積は増大するため、抵抗値は減少し、その他の弊害も防止することができる。このような技術について特開平9-62724号公報、特開平10-125775号公報、特開平8-306786号公報において開示がされている。

## 【 0 0 1 0 】

しかし、上述の通り回路を構成する平面の面積は有限であるため、スルーホールを設定する領域を新たに増やすことを条件として自動配線を行うことは得策ではない。すなわちスルーホール設定領域を増やした分だけ回路素子及び配線のために用いることのできる領域は小さくなり、スルーホールを設定する領域を迂回して他の配線を配置する必要が生ずるなど配線の自由度が減少し半導体集積回路の特性が悪化し、ひどい場合には自動配線を行うことが不可能となるためである。

## 【 0 0 1 1 】

この発明は上記に鑑みてなされたもので、配線のパターンを決定した後に、その配線パターンを変更することなく新たにスルーホールを配置する半導体集積回

路の配線方法、半導体集積回路及び配線方法をコンピュータに実行させるプログラムを得ることを目的とする。

---

## 【 0 0 1 2 】

## 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、この発明にかかる半導体集積回路の配線方法は、多層構造を有する半導体集積回路における第1の層上に配置された第1の配線と、第2の層上に配置された第2の配線を電氣的に接続する半導体集積回路の配線方法において、前記第1の配線と前記第2の配線との間に所定の数のスルーホールを設定することを条件として前記第1の配線及び前記第2の配線を配置する配線工程と、決定された前記第1の配線と前記第2の配線との間に新たな他のスルーホールの設定が可能な、前記第1及び第2の層のうちの一方の層における設定領域と、該設定領域の他方の層における射影領域である対応領域を検索する領域検索工程と、前記設定領域と前記対応領域との間に新たな他のスルーホールを設定するスルーホール設定工程とを含むことを特徴とする。

## 【 0 0 1 3 】

この発明によれば、第1の配線と第2の配線を決定した後、新たにスルーホールを設定できる領域を検索するため、いったん決定された配線のパターンが変更されることがない。従って配線工程で決定された他の配線を犠牲にせずに新たにスルーホールを設定することができる。

## 【 0 0 1 4 】

つぎの発明に係る半導体集積回路の配線方法は、多層構造を有する半導体集積回路における第1の層上に配置された第1の配線と、第2の層上に配置された第2の配線を電氣的に接続する半導体集積回路の配線方法において、前記第1の配線と前記第2の配線との間に所定の数のスルーホールを設定することを条件として前記第1の配線及び前記第2の配線を配置する第1の配線工程と、決定された前記第1の配線と前記第2の配線との間に新たな他のスルーホールの設定が可能な、前記第1の層における設定領域と、該設定領域の前記第2の層における射影領域である対応領域を検索する領域検索工程と、前記検索した設定領域上または前記対応領域上に前記他のスルーホールを設定するための追加配線を配置する第



2の配線工程と、前記設定領域と前記対応領域との間に新たな他のスルーホールを設定するスルーホール設定工程とを含むことを特徴とする。

## 【0015】

この発明によれば、第2の配線工程において追加配線を配置するため、第1の配線工程において配線が配置されていない領域についても設定領域及び対応領域に用いることができ、第1の配線工程において利用されていない領域を有効活用することができる。

## 【0016】

つぎの発明にかかる半導体集積回路の配線方法は、上記の発明において、前記領域検索工程では、前記設定領域においては前記第1の配線が配置された領域の一部であることを検索の条件とし、前記対応領域においては前記第2の配線と近接し、かつあらゆる配線及び回路素子が存在しない領域であることを検索の条件とし、前記第2の配線工程において、前記対応領域まで前記第2の配線を延伸させることを特徴とする。

## 【0017】

この発明によれば、第1の配線の配置された領域上に新たな他のスルーホールは設定されるため、新たな他のスルーホールを設定するために他の配線パターンを変更する必要がない。また検索が必要な領域も第1の配線が配置された領域のみですむため、迅速に設定領域を決定することができる。

## 【0018】

つぎの発明にかかる半導体集積回路の配線方法は、上記の発明において、前記領域検索工程では、前記設定領域においては前記第1の層上で前記第1の配線に近接し、かつあらゆる配線及び回路素子が存在しない領域であることを検索の条件とし、前記対応領域においては前記第2の層上で前記第2の配線に近接し、かつあらゆる配線及び回路素子が存在しない領域であることを検索の条件とし、前記第2の配線工程において、前記第1の層において前記第1の配線を前記設定領域まで延伸させ、前記第2の層において前記第2の配線を前記対応領域まで延伸させることを特徴とする。

## 【0019】

この発明によれば、他の配線や回路素子の存在しない領域を使って新たにスルーホールを設定するため、通常の配線方法では使用することのない領域を有効活用することができる。また、既に配置された他の配線には影響を及ぼすことを防止できる。

## 【 0 0 2 0 】

つぎの発明にかかる半導体集積回路の配線方法は、上記の発明において、前記スルーホール設定工程では、前記新たな他のスルーホールの形状を、前記第 1 の配線工程で設定した所定の数のスルーホールと同一の形状とすることを特徴とする。

## 【 0 0 2 1 】

この発明によれば、最初に配線した際に設定されたスルーホールの形状と新たに設定するスルーホールの形状とが同一の形状からなるため、半導体集積回路の製造プロセスで行われるスルーホールの形成において、最初に設定したスルーホールと、新たに設定したスルーホールを同一手段によって形成することができる。

## 【 0 0 2 2 】

つぎの発明にかかる半導体集積回路の配線方法は、上記の発明において、前記第 4 の工程では、前記新たな他のスルーホールの形状は、前記設定領域の形状に対応する形状とすることを特徴とする。

## 【 0 0 2 3 】

この発明によれば、スルーホールの設定が可能な領域を余すことなくスルーホールの設定に用いることが可能であり、他の配線等に影響を与えずに断面積の大きなスルーホールを設定することができる。

## 【 0 0 2 4 】

つぎの発明にかかる半導体集積回路は、第 1 の層及び第 2 の層を含む多層構造を有し、各層の配線間をスルーホールにより電気的に接続する半導体集積回路において、前記第 1 の層上に配置された設定領域と、前記第 2 の層上に配置され、前記設定領域の射影領域である対応領域と、前記設定領域及び前記対応領域の形状に対応した形状からなるスルーホールとを備えたことを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

この発明によれば、可能な限り大きな断面積を有するスルーホールを備えた半導体集積回路が提供できるという利点を有する。

【 0 0 2 6 】

つぎの発明にかかるプログラムは、上述した発明のいずれか一つに記載された方法をコンピュータに実行させるプログラムであり、これによって、上記の発明のいずれか一つの動作をコンピュータによって実行することができる。

【 0 0 2 7 】

【発明の実施の形態】

以下に添付図面を参照して、この発明にかかる半導体集積回路の配線方法、半導体集積回路及び配線方法をコンピュータに実行させるプログラムの好適な実施の形態を詳細に説明する。

【 0 0 2 8 】

実施の形態 1.

図 1 は、この発明の実施の形態 1 である半導体集積回路の配線方法によって配線された回路の模式図であり、図 2 は半導体集積回路の配線方法の概要を示すフローチャートである。また、図 1 において、従来例を示す図 1 1 と同一あるいは類似の部分については同一の符号を用いている。このことは他の図面においても同様である。最初に実施の形態 1 にかかる配線方法により形成された半導体集積回路について説明を行う。

【 0 0 2 9 】

図 1 は、多層構造からなる半導体集積回路において、任意の 2 つの層における上面図を重ねたものである。従って一方の層（以下「第 1 の層」という）に配置された配線と、他方の層（以下「第 2 の層」という）に配置された配線が重なり合って示されている。ここで、a 配線 1、a 配線 2、b 配線 3、c 配線 4 は第 1 の層上に配置された配線であり、いずれも縦方向に延伸した配置となっている。また、a 配線 1 と a 配線 2 は同一の電気信号を伝送し、b 配線 3 と c 配線 4 は他の配線とは異なる電気信号を伝送する。また、A 配線 8、D 配線 9、E 配線 1 0 は第 2 の層上に配置された配線であり、基本的に横方向に延伸した配置となって

いるが、A配線8は縦方向に一定の長さだけ延伸したパターンを有し、この縦方向に延伸したパターン部分においてA配線8はa配線1と重なりあっている。さらに、第2の層上に配置された配線もそれぞれ電気信号を伝送し、A配線8は第1の層上に配置されたa配線1及びa配線2と同一の電気信号を伝送する。なおD配線9、E配線10は他の配線とは異なる電気信号を伝送する。

## 【0030】

また、a配線2とA配線8が重なり合った領域にはスルーホール6が設定され、a配線2とA配線8とは電氣的に接続されている。一方で異なる電気信号を伝送する配線の対、例えばa配線1とD配線9との間では重なり合った領域が存在するものの、スルーホールで電氣的に接続される必要はなく、絶縁された状態となっている。

## 【0031】

一方a配線1とA配線8との間では、2カ所にスルーホール5及びスルーホール7が設定されており、1カ所にスルーホール5のみが設定された従来の回路と異なっている。このように異なる層に配置された配線の組の間を接続するスルーホールの数を、従来の1カ所から2カ所に増やすことにより次の効果が生ずる。

## 【0032】

第1に、スルーホールの数を増やした分だけスルーホール全体として回路面に対する断面積が増大し、抵抗値を低く抑えることが可能となる。

## 【0033】

第2に、同様に断面積が増大することからエレクトロマイグレーション耐性も良好となる。

## 【0034】

さらに第3として、実際の製造工程において歩留まりの向上を果たすことができる。もし実際の製造工程においてスルーホール5とスルーホール7のいずれか一方が設計通りに形成されず、スルーホールとしての機能を果たせない場合であっても他方のスルーホールが存在することで、最低限a配線1とA配線8の間の電氣的接続は維持され、半導体集積回路として機能を果たすことができるためである。

## 【 0 0 3 5 】

次に、実施の形態 1 である半導体集積回路の配線方法について、図 1 を適宜参照しながら図 2 に示すフローチャートを用いて説明する。半導体集積回路の配線は、次の手順で行われる。なお、理解を容易にするため配線方法の説明は図 1 における a 配線 1 と A 配線 8 との間にスルーホールを設定する場合について行う。

## 【 0 0 3 6 】

まず、従来の手法を用いて半導体集積回路の各層上に自動配線を行う（ステップ S 2 0 1）。CAD を使用することによりコンピュータ上で自動的にすべての回路素子の配置並びにすべての配線のパターンが決定される。配線の条件は対象となる半導体集積回路によって異なるが、最低限スルーホールに関しては、異なる層に配置され、接続される必要がある一対の配線の組に対して必ず 1 つのスルーホールが設定されることを自動配線の条件とする。図 1 においては、a 配線 1 と A 配線 8 を接続するためスルーホール 5 が設定され、a 配線 2 と A 配線 8 を接続するためスルーホール 6 が設定されている。なお、接続する配線の組に対して 1 つのスルーホールを設定するのが自動配線の条件のため、ステップ S 2 0 1 において a 配線 1 と A 配線 8 との間にスルーホール 7 はこの段階では設定されない。また、自動配線によって決定された回路素子の配置並びに配線のパターンは後のステップにおいても変更されることはない。

## 【 0 0 3 7 】

次に、電氣的に接続される 1 対の配線の組をピックアップし、それらの配線が占める領域を抽出する（ステップ S 2 0 2）。図 1 の例においては第 1 の層上に配置された a 配線 1 と第 2 の層上に配置された A 配線 8 が選択され、それぞれの配線が占めている領域が抽出される。

## 【 0 0 3 8 】

次に、抽出された双方の配線のパターンを比較し、一致する領域が存在するかどうかを判断する（ステップ S 2 0 3）。具体的には第 1 の層と第 2 の層を重ね合わせ、ステップ S 2 0 2 で抽出された双方の配線のパターン間に一致する領域が存在するか判断し、存在する場合は一致領域を抽出する。図 1 の例においては a 配線 1 を抽出した第 1 の層と、A 配線 8 を抽出した第 2 の層を重ね合わせ、a 配

線 1 のパターンと A 配線 8 のパターンが一致する領域を探す。a 配線 1 と A 配線 8 は、A 配線 8 が縦方向に延伸した領域において互いに重なり合っており、一致する領域が存在すると判断される。なお、一致する領域のうち既にスルーホール 5 が設置されている部分についてはステップ S 2 0 3 において一致領域から除外して考える。このような部分には新たにスルーホールを設定する必要がないためである。なお、一致する領域が存在しない場合は、新たにスルーホールを設定することが不可能であり、配線工程は終了する。

## 【 0 0 3 9 】

次に、ステップ S 2 0 3 において探し出された一致領域がスルーホールを設定するのに十分な広さを有するかを判断する（ステップ S 2 0 4）。たとえ一致領域が存在しても、十分な面積を有さない場合、新たにスルーホールを設定することが不可能なためである。従って一致領域が十分な広さを有さない場合、抽出した配線の組に関して配線工程は終了する。一致領域が十分な広さを有する場合、一致領域の第 1 の層への射影を設定領域、第 2 の層への射影を対応領域と決定し、次のステップ S 2 0 5 へ移行する。図 1 の例においてはステップ S 2 0 3 で探し出された一致領域は十分な広さを有するため、一致領域のうち a 配線 1 の一部の領域を設定領域、A 配線 8 の一部の領域を対応領域とする。

## 【 0 0 4 0 】

最後に、一致領域上、実際には第 1 の層における設定領域と第 2 の層における対応領域との間にスルーホールを設定する（ステップ S 2 0 5）。図 1 の例においては a 配線 1 上の設定領域と A 配線 8 上の対応領域との間に、自動配線で設定されたスルーホール 5 の他に新たにスルーホール 7 が設定される。

## 【 0 0 4 1 】

このステップ S 2 0 2 ～ S 2 0 5 の工程は半導体集積回路上における異なる層に配置された配線のあらゆる組に対して行われる。例えば図 1 の例では a 配線 1 と A 配線 8 との間のスルーホールの設定が終わった後、第 1 の層上に配置された a 配線 2 と第 2 の層上に配置された A 配線 8 との間においても同様の工程が行われ、他の図示を省略した配線の組に対しても順次行われる。なお、a 配線 2 と A 配線 8 との間においては一致する領域が存在しないため、結局自動配線で設定さ

れたスルーホール 6 以外のスルーホールは設定されない。

【 0 0 4 2 】

以上説明したように実施の形態 1 である半導体集積回路の配線方法によれば、自動配線によって配置された配線を変更せずに、配線の占める領域の中からスルーホール設定可能な領域を検索する手法を用いるため、スルーホールを新たに設定するために配線のパターンを変更する必要がないという利点を有する。従って、自動配線を行った後に、配線のパターンを変更してスルーホールを新たに設定する方法と比較すると配線にかかる時間が短くすむという利点を有する。

【 0 0 4 3 】

また、他の配線については何ら変更がなされていないため、新たに他のスルーホールを設定することで他の配線が断線するとか、複数の回路素子の間で同期がとれなくなるといった半導体集積回路の特性が悪化することがないという利点を有する。

【 0 0 4 4 】

さらに、新たに設定されるスルーホールはステップ S 2 0 1 において設定されるスルーホールと同じ形状としているため、実際の半導体集積回路の製造工程において既存の装置を用いて容易に形成可能という利点を有する。

【 0 0 4 5 】

なお、実施の形態 1 において、ステップ S 2 0 1 において必ずしも自動配線によって最初の配線を行う必要はなく、手動で配線を行っても良い。この場合作業時間は長くなるが、できあがった配線からなる半導体集積回路は高性能のものとなる。また、半導体集積回路のうち重要な部分の配線について手動で行い、残りの部分を自動配線によって行ってもよい。

【 0 0 4 6 】

また、ステップ S 2 0 2 以降の工程を手動で行ってもよいが、コンピュータを用いて自動的に行うことも望ましい。この場合、実施の形態 1 の配線方法を組み込んだ自動配線プログラムをコンピュータ上で用いても良いし、自動配線のプログラムから独立した別個のプログラムとしても良い。

【 0 0 4 7 】

また、新たに設定するスルーホールは、配線の組に対して1つに限定されるのではない。例えば図1において、可能であるならばスルーホール5とスルーホール7の間にさらにもう1つスルーホールを設定しても良い。設定されるスルーホールの数が多いほど、低抵抗でエレクトロマイグレーション耐性が高く、歩留まりが改善された半導体集積回路を実現することができる。

## 【 0 0 4 8 】

さらに、実施の形態1である半導体集積回路の配線方法において、第1の層と第2の層は絶縁層を挟んで隣り合う層の間におけるスルーホールの設定に限定されず、例えば第1の層と第2の層との間に回路面を構成する他の層を挟んでいても良い。ただしその場合は、ステップS203において一致する領域を発見した後、間に挟まれた回路面上であってこの領域に対応する領域上に他の配線及び回路素子が存在しないことを確認するステップが新たに必要となる。

## 【 0 0 4 9 】

また、半導体集積回路上の配線の数膨大であるため、配線の組をピックアップする際にあらゆる配線の組について行うのではなく、自動配線によってあらかじめスルーホールが設定された配線の組をデータとして記憶しておき、その組についてのみ、実施の形態1に係る配線方法を用いることも有効である。これにより例えばC配線4とD配線9のように異なる電気信号を伝送し、スルーホールで接続する必要のない配線の組についてステップS202～S205の対象から除外することができるためスルーホールの設定に係る時間を短縮化することができる。

## 【 0 0 5 0 】

実施の形態2.

次に、実施の形態2である半導体集積回路の配線方法について説明する。図3は、この発明の実施の形態2によって配線された回路の模式図であり、図4は半導体集積回路の配線方法の概要を示すフローチャートである。最初に実施の形態2にかかる配線方法により形成された半導体集積回路について説明を行う。

## 【 0 0 5 1 】

図3は、図1と同様に第1の層と第2の層にそれぞれ配置された配線を重ねて



表したものである。図 3 においては、新たに追加配線 1 1、スルーホール 1 2、追加配線 1 3、スルーホール 1 4 が設けられている。

## 【 0 0 5 2 】

追加配線 1 1 は第 1 の層上に配置されたものであり、a 配線 1 の下端から右方向に延伸した金属配線からなる。また、追加配線 1 1 は第 2 の層上に配置された A 配線 8 と図 3 において重なり合っている。一方、追加配線 1 3 は第 2 の層上に配置されたものであり A 配線 8 の右端部から縦方向に延伸した金属配線からなる。なお追加配線 1 3 は第 1 の層上に配置された a 配線 2 と重なるように配置されている。追加配線 1 1、1 3 を新たに配置することによってスルーホールをさらに設定することが可能である。すなわち、追加配線 1 1 を新たに配置したことにより a 配線 1 と A 配線 8 はスルーホール 5 の右側の領域においても重なるため、重なる領域上にスルーホール 1 2 を設定できる。同様に、追加配線 1 3 を配置することで a 配線 2 と A 配線 8 の間にスルーホール 1 4 を設定することができる。

## 【 0 0 5 3 】

従って a 配線 1 と A 配線 8 はスルーホール 5、7、1 2 によって 3 カ所で電氣的に接続され、a 配線 2 と A 配線 8 はスルーホール 6、1 4 により 2 カ所で接続されている。そのため異なる層に配置された 1 組の配線の接続においてスルーホール 1 つのみを設定する従来の場合に比べスルーホール全体の断面積がさらに大きくなり、a 配線 1 及び 2 と、A 配線 8 との間の接続における抵抗値の低下、エレクトロマイグレーション耐性の一層の向上が実現できる。さらに、スルーホールのいずれかが半導体集積回路の製造工程等において断線しても、他のスルーホールにより電氣的接続を維持できることから半導体集積回路の歩留まりが向上する。

## 【 0 0 5 4 】

次に、実施の形態 2 である半導体集積回路の配線方法について、図 3 における a 配線 2 と A 配線 8 との間の関係を適宜参照しながら図 4 に示すフローチャートを用いて説明する。

## 【 0 0 5 5 】

まず、従来の方法を用いて自動配線を行う（ステップ S 4 0 1）。この工程は

実施の形態 1 の場合と同様に行われ、異なる層上に配置され、電氣的に接続する必要のある配線の対の間に 1 つのスルーホールが設定されることを条件として配線が行われる。

## 【 0 0 5 6 】

次に、自動配線によってパターンが決定された配線のうち、電氣的に接続する必要がある配線の 1 組を選択し、第 1 の層上に配置された第 1 の配線のパターンと第 2 の層上に配置された第 2 の配線の周辺空白領域とを抽出する（ステップ S 4 0 2）。ここで周辺空白領域とは、スルーホール設定の対象となる配線に近接した領域であって、配線が配置されている層上に他の配線及び回路素子が配置されておらず、他の配線等から一定の距離だけ離れた領域をいう。他の配線等から一定の距離だけ離れた領域としたのは、たとえ他の配線等が配置されていない領域であっても他の配線等と非常に接近している場合は、各配線間の絶縁性の確保及び寄生容量の発生防止の観点から新たに追加配線を設けることができないためである。

## 【 0 0 5 7 】

次に、一致する領域が存在するか否かを判断する（ステップ S 4 0 3）。具体的には第 1 の配線のパターンを抽出した第 1 の層と第 2 の配線の周辺空白領域を抽出した第 2 の層を重ね合わせ、第 1 の配線と第 2 の配線が一致する領域の抽出を行う。図 3 の例では a 配線 2 と、A 配線 8 の周辺空白領域は、A 配線 8 の右端部の上部領域において重なり合うため、本ステップでは一致する領域が存在するものとして抽出が行われる。一方で一致する領域が存在しないと判断された場合は、ステップ S 4 0 7 へと移行する。

## 【 0 0 5 8 】

次に、一致領域が十分な広さを有するか、判断を行う（ステップ S 4 0 4）。具体的にはステップ S 4 0 3 で抽出された一致領域が、スルーホールを設定するのに十分な広さを有するかの判断を行う。抽出された一致領域が十分な広さを有する場合、一致領域の第 1 の層への射影を設定領域とし、第 2 の層への射影を対応領域と決定して次のステップ S 4 0 5 に移行する。一方でこのステップで十分な広さを有しないと判断された場合はステップ S 4 0 7 へと移行する。図 3 の例

では a 配線 2 と A 配線 8 の周辺空白領域との一致領域は十分な広さを有するため、ステップ S 4 0 5 に移行する。

## 【 0 0 5 9 】

次に、一致領域まで配線を延伸させる（ステップ S 4 0 5）。第 1 の層においては設定領域まで一方の配線があらかじめ配置されているが、第 2 の層における対応領域は他方の配線に近接した領域であり、このままの状態では設定領域と対応領域との間にスルーホールを設定しても他方の配線とは電氣的に接続されないためである。従って本ステップにおいては第 2 の層上において、第 2 の配線から一致領域にまで追加配線を配置する。図 3 の例でいうと、第 2 の層上において A 配線 8 の右端部から上方に追加配線 1 3 が配置される。

## 【 0 0 6 0 】

次に、一致領域に対してスルーホールを設定する（ステップ S 4 0 6）。ステップ S 4 0 5 において一致領域に対して配線を延伸したため、一致領域にスルーホールを設定することで第 1 の層上の一方の配線と第 2 の層上の他方の配線が電氣的に接続される。図 3 の例でいうと、追加配線 1 3 の上端部にスルーホール 1 4 が設定される。

## 【 0 0 6 1 】

次に、第 1 の層上に配置された第 1 の配線の周辺空白領域と、第 2 の層上に配置された第 2 の配線のパターンを抽出する（ステップ S 4 0 7）。

## 【 0 0 6 2 】

次に、第 1 の層と第 2 の層を重ね合わせ、ステップ S 4 0 7 で抽出した領域のうち、一致する領域が存在するか否かを判断する（ステップ S 4 0 8）。一致領域が存在する場合はその領域を抽出して次のステップ S 4 0 9 に進み、存在しない場合はその配線の組について配線工程を終了する。図 3 の例では A 配線 8 と a 配線 2 の周辺空白領域の間には一致領域が存在しないため、ここで配線が終了する。

## 【 0 0 6 3 】

次に、一致領域が存在する場合一致領域が十分な広さを有するか否かの判断を行う（ステップ S 4 0 9）。スルーホールの設定が可能な程度の広さを一致領域

が有する必要があるためである。ここで、一致領域が十分な広さを有さない場合はその配線の組についての配線工程を終了する。

#### 【 0 0 6 4 】

次に、第 1 の層上の第 1 の配線の周辺空白領域のうち、設定領域まで第 1 の配線から配線を延伸する（ステップ S 4 1 0）。ステップ S 4 0 5 の場合と同様スルーホールを設定した際の両配線間の導通を確保するためである。

#### 【 0 0 6 5 】

最後に、一致領域にスルーホールを設定して（ステップ S 4 1 1）、配線は終了する。実施の形態 1 の場合と同様に、ステップ S 4 0 2 ～ S 4 1 1 は異なる層に配置されたあらゆる配線の組に対して行われる。例えば図 3 の例では a 配線 1 と A 配線 8 との間で同様の工程が行われ、スルーホール 1 2 が新たに設定される。なおあらゆる配線の組のうち、自動配線において 1 つスルーホールを設定された配線の組についてのみステップ S 4 0 2 ～ S 4 1 1 を行うことも有効である。

#### 【 0 0 6 6 】

##### （変形例）

実施の形態 2 である半導体集積回路の配線方法を用いて、2 つの異なる層に配置された配線の間にはスルーホールを設定するだけでなく、3 つの異なる層に配置された配線の間にはスルーホールを設定することも可能である。図 5 は従来の方法で配線された半導体集積回路を模式的に表し、第 1 の層、第 2 の層に加えて第 3 の層上に配置された  $\alpha$  配線 2 1 も重ねて示している。ここで  $\alpha$  配線 2 1 は、第 1 の層上の a 配線 1、第 2 の層上の A 配線 8 と同一の電気信号を伝送する。従って  $\alpha$  配線 2 1 は A 配線 8 と電気的に接続されている必要があり、スルーホール 2 2 が自動配線によって設定されている。図 6 は図 5 の半導体集積回路において、実施の形態 2 である配線方法を用いて  $\alpha$  配線 2 1 を上端部から左方向に A 配線 8 に沿って延伸し、第 3 の層上の  $\alpha$  配線 2 1 と第 2 の層上の A 配線 8 との間に新たに 2 つのスルーホール 2 4、2 5 が設定されている。ここで、スルーホール 2 4、2 5 が設定された領域は第 1 の層と第 2 の層との間にも既にスルーホール 5、7 が設定されている。従って、実際の製造工程において第 1 の層から第 3 の層まで貫いた構造のスルーホールを設定することで、異なる 3 つの層に属する配線の間

にスルーホールを設定することが可能である。

【0067】

実施の形態3.

次に、実施の形態3である半導体集積回路の配線方法について図7及び図8を用いて説明する。図7は、この発明の実施の形態3である半導体集積回路の配線方法によって配線された回路の模式図であり、図8は半導体集積回路の配線方法の概要を示すフローチャートである。まず、実施の形態3である配線方法によって得られた半導体集積回路について図7を用いて説明する。

【0068】

図7の回路においてa配線1、b配線3、A配線8、D配線9により囲まれた領域内に、A配線8から延伸して第2の層上に追加配線26が配置され、追加配線26上にスルーホール27が設定されている。また、追加配線26の第1の層への射影領域（対応領域）にはa配線1からやはり追加配線30が延伸されており、スルーホールは第1の層上の追加配線と第2の層上の追加配線26との間を電氣的に接続している。この結果a配線1とA配線8との間は4つのスルーホール5、7、12、27によって電氣的に接続され、互いの配線の間の抵抗がより一層低くなり、エレクトロマイグレーション耐性が向上し、製造の際の歩留まりが向上する構造となる。

【0069】

次に、配線方法を説明する。まず、自動配線により半導体集積回路を構成する各層の回路素子の配置及び配線のパターンを決定する（ステップS801）。この際、異なる層に属し、互いに電氣的に接続する必要がある配線の組の間にスルーホールが1つ設定することを条件とするのは実施の形態1及び2と同様である。また、一度決定した回路素子及び配線パターンは後の工程において変更されることがないのも同様である。

【0070】

次に、異なる層上に配置され、電氣的に接続されている必要のある配線の組をピックアップし、両配線の周辺空白領域を抽出する（ステップS802）。ここで周辺空白領域とは実施の形態2と同様、対象となる配線に近接した領域であっ

て、配線の属する層上に他の配線及び回路素子が配置されておらず他の配線等から一定の距離だけ離れた領域をいう。

## 【 0 0 7 1 】

次に、抽出した両配線の周辺空白領域の間に、一致する領域が存在するか否かの判断を行う（ステップ S 8 0 3）。一致する領域とは、両配線のそれぞれ配置された層を重ね合わせた際に、上方から見て一致する領域のことをいう。一致する領域が存在する場合は、一致領域が抽出され、次のステップ S 8 0 4 へ移行する。

## 【 0 0 7 2 】

次に、ステップ S 8 0 3 で抽出された一致領域が十分な広さを有するかの判断を行う（ステップ S 8 0 4）。一致領域が十分な広さを有さない場合はもはやスルーホールの設定ができず、配線は終了する。十分な広さを有する場合は一致領域の第 1 の層への射影を設定領域、第 2 の層への射影を対応領域と決定し、次のステップ S 8 0 5 に移行する。

## 【 0 0 7 3 】

次に、一致領域まで配線を延伸させる（ステップ S 8 0 5）。具体的には一致領域の第 1 の層への射影である設定領域に対して第 1 の配線を延伸させ、第 2 の層への射影である対応領域に対して第 2 の配線を延伸させる。図 7 においてはステップ S 8 0 5 で第 2 の層上の設定領域において A 配線 8 に接続して追加配線 2 6 を配置し、第 1 の層上の対応領域において追加配線 3 0 を a 配線 1 に接続させて配置している。

## 【 0 0 7 4 】

次に、一致領域にスルーホールを設定する（ステップ S 8 0 6）。具体的には一致領域の第 1 の層への射影である設定領域と、第 2 の層への射影である対応領域との間をスルーホールによって接続する。ステップ S 8 0 6 により、図 7 の例でもスルーホール 2 7 が設定される。以上のステップ S 8 0 2 ～ S 8 0 6 を異なる層に配置されたあらゆる配線の組に行うことにより、実施の形態 3 である配線方法は終了する。

## 【 0 0 7 5 】

実施の形態 3 である半導体集積回路の配線方法によれば、従来の方法で行った配線のパターンを変更することなく新たに追加配線及びスルーホールの設定を行うため層間の接続を除く半導体集積回路の特性に影響を与えることがないという利点を有する。

## 【 0 0 7 6 】

また、自動配線を行った結果、回路素子及び配線が配置されず何ら役割を有さない空白領域上に新たに追加配線を配置することから、空白領域を有効に活用して層間接続の改善を実現することが可能である。

## 【 0 0 7 7 】

さらに、対象となる配線から延伸した追加配線は他の配線及び回路素子から一定の距離だけ離れて配置されているため、他の配線との絶縁性も維持でき、寄生容量の発生も抑えられる。

## 【 0 0 7 8 】

実施の形態 4 .

図 9 は、この発明の実施の形態 4 である半導体集積回路の配線方法によって配線された回路の模式図であり、図 1 0 は半導体集積回路の配線方法の概要を示すフローチャートである。最初に図 9 を用いて実施の形態 4 によって配線された半導体集積回路について説明する。

## 【 0 0 7 9 】

図 9 は多層構造を有する半導体集積回路の第 1 の層の上面図と第 2 の層の上面図を重ねて表示したものであり、それぞれの層上に配置された配線が重ね合わさる形で示されている。ここで、a 配線 1、2、b 配線 3、c 配線 4 は第 1 の層上に配置された配線であり、A 配線 8、D 配線 9、E 配線 1 0 は第 2 の層上に配置された配線である。第 1 の層上の a 配線 1、2 と第 2 の層上の A 配線 8 は同一信号を伝送するため互いの間が電氣的に接続される必要があり、それぞれスルーホール 2 8、2 9 によって互いの配線が接続されている。

## 【 0 0 8 0 】

ここでスルーホール 2 8 及び 2 9 の断面は、接続の対象となる配線のパターンが一致している領域に対応する形状からなる。なお図 9 ではスルーホール 2 8 と

スルーホール 29 は同一の形状となっているが、これは各配線間におけるそれぞれの一致領域が互いに同一形状であることによるものであり、すべてのスルーホールが図 9 に示す形状に限定される趣旨ではない。スルーホールの形状は現実の製造が可能である限り、一致領域の形状に対応するように設定することが可能である。半導体集積回路におけるスルーホールの形状を上記のように設定することにより、以下の利点を有する。

## 【 0 0 8 1 】

まず、一致領域が広い面積を有する場合にはそれに応じて断面積の大きなスルーホールを設定することが可能である。スルーホールの断面の形状が一律に決まっている場合、一致領域のうちスルーホールを設定した部分以外の領域は配線間を接続するためには何ら用いられず無駄となる。これは層間接続における電気抵抗の低減、エレクトロマイグレーション耐性の向上等の観点からは好ましくない。一方、スルーホールの形状を一致領域に対応させることでスルーホールは広い断面積を有することが可能で、その結果電気抵抗が小さくなり、またスルーホールを流れる電流の密度が低くなることからエレクトロマイグレーション耐性も向上するという利点がある。

## 【 0 0 8 2 】

また、一致領域がせまい面積しか有さない場合であってもスルーホールの設定が可能となる利点を有する。スルーホールの断面の形状が一律に決まっている場合、その形状よりも小さい面積からなる一致領域上にはスルーホールを設定することはできない。一方実施の形態 3 によれば従来スルーホールの設定が不可能だった領域上にも形状を変化させることでスルーホールの設定が可能となり、配線間の接続において電気抵抗の減少等の利点が生ずる。

## 【 0 0 8 3 】

次に、実施の形態 4 である半導体集積回路の配線の方法について、説明する。まず、自動配線を行う（ステップ S 9 0 1）。自動配線は従来の方法を用いて行い、異なる層に配置され、電氣的に接続する必要のある配線の間には 1 つのスルーホールを設定することを条件として各回路素子の配置及び配線のパターンを決定する。ここで、自動配線する際のスルーホールは従来配線方法の場合と同様に



、同一形状のものとする。図 9 の例においては、図示を省略したが a 配線 1 と A 配線 8 との間には a 配線 1 の下端においてスルーホールが設定されている。なお、ステップ S 9 0 1 で決定された配線のパターン等は、後の工程において変更されることはない。

## 【 0 0 8 4 】

次に、異なる層上に配置され、電氣的に接続する必要のある 1 対の配線の組をピックアップし、それらの配線が占める領域を抽出する（ステップ S 9 0 2）。図 9 の例においては第 1 の層上に配置された a 配線 1 と第 2 の層上に配置された A 配線 8 が選択され、それぞれの配線が占めている領域が抽出される。

## 【 0 0 8 5 】

次に、一致する領域が存在するか否かの判断を行う（ステップ S 9 0 3）。基本的に実施の形態 1 における配線方法のステップ S 2 0 3 と同様に行うことが可能であるが、ステップ S 9 0 3 では自動配線によって既にスルーホールが設定されている領域についても一致する領域として抽出する。自動配線により設定されたスルーホールはすべて同一形状からなるため、一致領域がスルーホールの断面よりも広い面積を有する場合、一致領域に対応してスルーホールの形状を設定し直す必要があるためである。従って実施の形態 4 においては a 配線 1 の下端部についても、一致領域であるとして後のステップを行う。

## 【 0 0 8 6 】

次に、一致領域が十分な広さを有するか、判断する（ステップ S 9 0 4）。ここでの十分な広さは実施の形態 1 ～ 3 の場合と異なり、物理的にスルーホールの設定が可能な広さをいう。従って一致領域が自動配線で設定されたスルーホールの断面積より小さくともステップ S 9 0 4 において一致領域が十分な広さを有すると判断される場合がある。図 9 の例で a 配線 1 と A 配線 8 とが一致する領域は十分な広さを有するため、次のステップ S 9 0 5 に移行する。

## 【 0 0 8 7 】

次に、一致領域内に既にスルーホールを有するか判断を行う（ステップ S 9 0 5）。自動配線の際にスルーホールが設定されている領域では、いったんスルーホールを除去して改めて一致領域の形状に対応するようにスルーホールの設定を

やり直す必要があるためである。図 9 の例では一致領域に既にスルーホールが設定されているため、次のステップ S 9 0 6 へ移行する。なお、スルーホールが存在しない場合はステップ S 9 0 7 へ移行する。

## 【 0 0 8 8 】

次に、スルーホールを除去する（ステップ S 9 0 6）。自動配線によって設定されたスルーホールを除去することで、改めて一致領域の形状に対応するスルーホールの設定を行うことができるためである。図 9 の例においては自動配線時に a 配線 1 の下端部においてスルーホールが設定されているためこれを除去する。

## 【 0 0 8 9 】

次に、一致領域の形状に対応する形状のスルーホールを設定する（ステップ S 9 0 7）。図 9 の例では一致領域が縦方向に長辺を有する長方形からなるため、それに対応する形状を有するスルーホール 2 8 が設定される。その後異なる層に属し、電氣的に接続する必要があるあらゆる配線の組についてステップ S 9 0 2 ～ S 9 0 7 を行い、終了する。

## 【 0 0 9 0 】

なお、実施の形態 4 では接続する配線の組において、配線パターンの一致する領域上についてのみスルーホールの設定を行ったが、実施の形態 2、3 と同様に、自動配線により決定された配線等に影響を与えない範囲で新たに追加配線を配置してスルーホールを設定しても良い。例えば図 9 において、自動配線時には a 配線 2 と A 配線 8 は a 配線 2 の下端部（A 配線 8 の右端部）においてのみ一致していたが、追加配線 1 3 を新たに配置することにより一致領域が縦方向に延伸する。従って改めて追加配線 1 3 の領域を含めた一致領域の形状に対応するようにスルーホール 2 9 が設定される。同様に a 配線 1、b 配線 3、D 配線 9、A 配線 8 に囲まれた領域に a 配線 1 及び A 配線 8 のそれぞれから追加配線を延伸し、追加配線を含んだ一致領域の形状に対応してスルーホールの形状を設定しても良い。

## 【 0 0 9 1 】

その他の実施の形態。

上記した実施の形態 1 ～ 4 以外にも、本発明により様々な実施の形態を考える

ことが可能である。例えば、実施の形態 1 ～ 3 を組み合わせて半導体集積回路の配線を行っても良い。実施の形態 1 である配線方法のステップ S 2 0 1 ～ S 2 0 5 を行った後、同一の配線の組に対して実施の形態 2 である配線方法のステップ S 4 0 2 ～ S 4 1 1 まで行う。さらに、実施の形態 3 である配線方法のステップ S 8 0 2 ～ S 8 0 6 まで行って半導体集積回路の配線を行うことが可能である。他に任意の 2 つの実施の形態を組み合わせても良い。これらの場合、自動配線により決定された配線のパターン等を変化させることなくさらに多くのスルーホールの設定が可能となる。

## 【 0 0 9 2 】

さらに、実施の形態 1 ～ 4 において、最初に自動配線を行う際に、異なる層に配置され、接続される必要がある一対の配線の組に対して 1 つのスルーホールのみならず、2 つ以上の所定数のスルーホールを設定することを条件として、自動配線を行うことも可能である。設定するスルーホールの数を 1 つとした場合と比較して、配線の効率及び自由度は悪化するものの、1 対の配線の組に対する導通の確実性が増すという利点を有する。例えば、2 個以上のスルーホールを持ったスルーホールセル 1 個が必ず設定されるように自動配線を行えば良い。また、自動配線において特定の配線の組に対して他の配線の組とは異なる数のスルーホールを設定しても良い。なお、これらのことは自動配線に変えて手動で配線を行った場合においても同様である。

## 【 0 0 9 3 】

また、実施の形態 1 ～ 4 の配線方法は、あらかじめ用意されたプログラムをパーソナル・コンピュータやワークステーションなどのコンピュータで実行することによって実現することができる。このプログラムは、フロッピーディスクや C D - R O M 等のコンピュータで読みとり可能な記録媒体に記録し、コンピュータで読み出されることで実行される。また、このプログラムはインターネットなどのネットワークを介して配布することができる。

## 【 0 0 9 4 】

また、プログラムをコンピュータ上で実行する場合において、プログラムが従来の方法による自動配線方法と本発明における配線方法の双方を含んだものとし

ても良いし、自動配線方法のプログラムとは別に本発明における配線方法についてのみのプログラムとしてもよい。

【 0 0 9 5 】

【発明の効果】

以上説明したように、この発明によれば、あらかじめ決定した配線のパターン等を変更することなく新たに他のスルーホールの設定が可能な領域を検索するため、半導体集積回路の特性を悪化させることなくスルーホールの設定を行えるという効果を奏する。

【 0 0 9 6 】

つぎの発明によれば、第 2 の配線工程において追加配線を配置するため、第 1 の配線工程において配線が配置されていない領域についても設定領域及び対応領域に用いることができ、第 1 の配線工程において利用されていない領域を有効活用することができる

【 0 0 9 7 】

つぎの発明によれば、第 1 の配線上に設定領域を設け、第 2 の配線に近接し、かつ他の回路素子等が存在しない領域に対応領域を設けることで既存の配線に影響を与えることがなく、かつ回路素子等が存在しない領域を有効に活用することができるという効果を奏する。

【 0 0 9 8 】

つぎの発明によれば、第 1 の配線に近接し、他の回路素子等が存在しない領域に設定領域を設け、第 2 の配線に近接し、他の回路素子等が存在しない領域に対応領域を設けることにより既存の配線に影響を与えることがなく、かつ回路素子等が存在しない領域を有効に活用することができるという効果を奏する。

【 0 0 9 9 】

つぎの発明によれば、新たな他のスルーホールの形状をすべて同一形状とすることでスルーホールを設定を画一的に行うことができ、製造コストを低減できるという効果を奏する。

【 0 1 0 0 】

つぎの発明によれば、新たな他のスルーホールの形状を設定領域の形状に対応

して形成することで、設定領域に対して可能な限り断面積の大きなスルーホールを形成できるという効果を奏する。

【0101】

つぎの発明によれば、第1の配線と第2の配線とを接続するためのスルーホールの形状を、スルーホールを設定することが可能な領域に対応させることで、層間接続における電気抵抗が低く、エレクトロマイグレーション耐性が高く、歩留まりの大きい半導体集積回路を提供できるという効果を奏する。

【0102】

つぎの発明によれば、上記発明のいずれか1つに記載された配線方法をコンピュータに実行させるプログラムとしたことで、上記発明のいずれか1つの方法をコンピュータによって実行することが可能となるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1である配線方法によって配線された半導体集積回路の配線パターンを示す図である。

【図2】 この発明の実施の形態1である半導体集積回路の配線方法の手順を示すフローチャートである。

【図3】 この発明の実施の形態2である配線方法によって配線された半導体集積回路の配線パターンを示す図である。

【図4】 この発明の実施の形態2である半導体集積回路の配線方法の手順を示すフローチャートである。

【図5】 この発明の実施の形態2である配線方法によって配線された半導体集積回路の他の配線パターンを示す図である。

【図6】 この発明の実施の形態2である配線方法によって配線された半導体集積回路の他の配線パターンを示す図である。

【図7】 この発明の実施の形態3である配線方法によって配線された半導体集積回路の配線パターンを示す図である。

【図8】 この発明の実施の形態3である半導体集積回路の配線方法の手順を示すフローチャートである。

【図9】 この発明の実施の形態4である半導体集積回路の配線パターンを

示す図である。

~~【図 1 0】~~ ~~この発明の実施の形態 4 である半導体集積回路の配線方法の手~~  
順を示すフローチャートである。

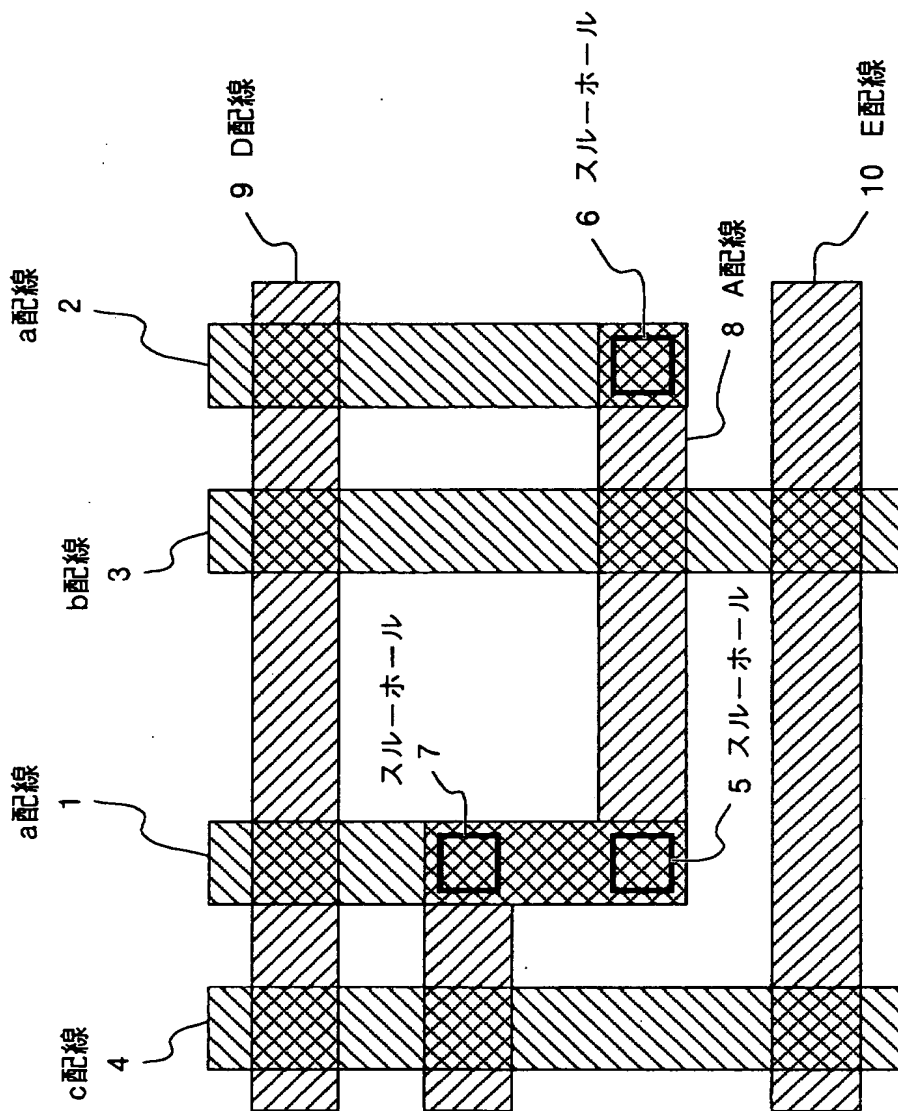
【図 1 1】 従来例にかかる半導体集積回路の配線を示す図である。

【符号の説明】

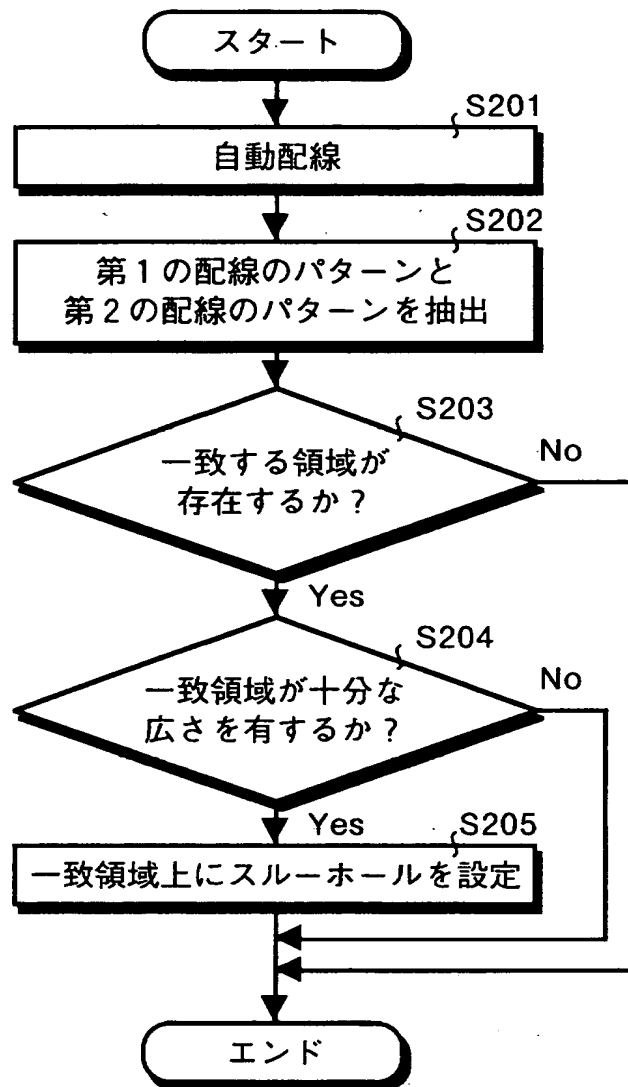
1, 2 a 配線、 3 b 配線、 4 c 配線、 5, 6, 7, 1 2, 1 4, 2 2, 2 3,  
2 4, 2 5, 2 7, 2 8, 2 9 スルーホール、 8 A 配線、 9 D 配線、 1 0 E  
配線、 1 1, 1 3, 2 6, 3 0 追加配線、 2 1  $\alpha$  配線。

【書類名】 図面

【図 1】

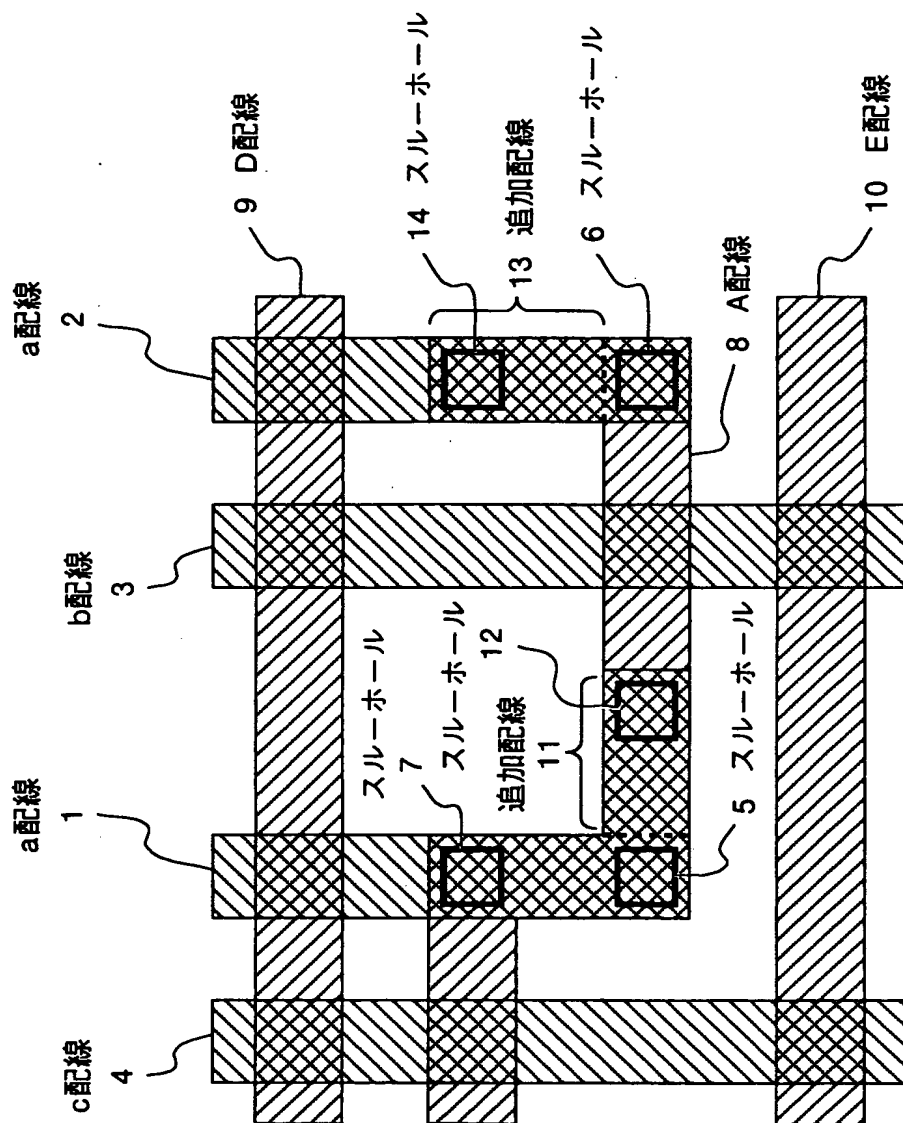


【図 2】

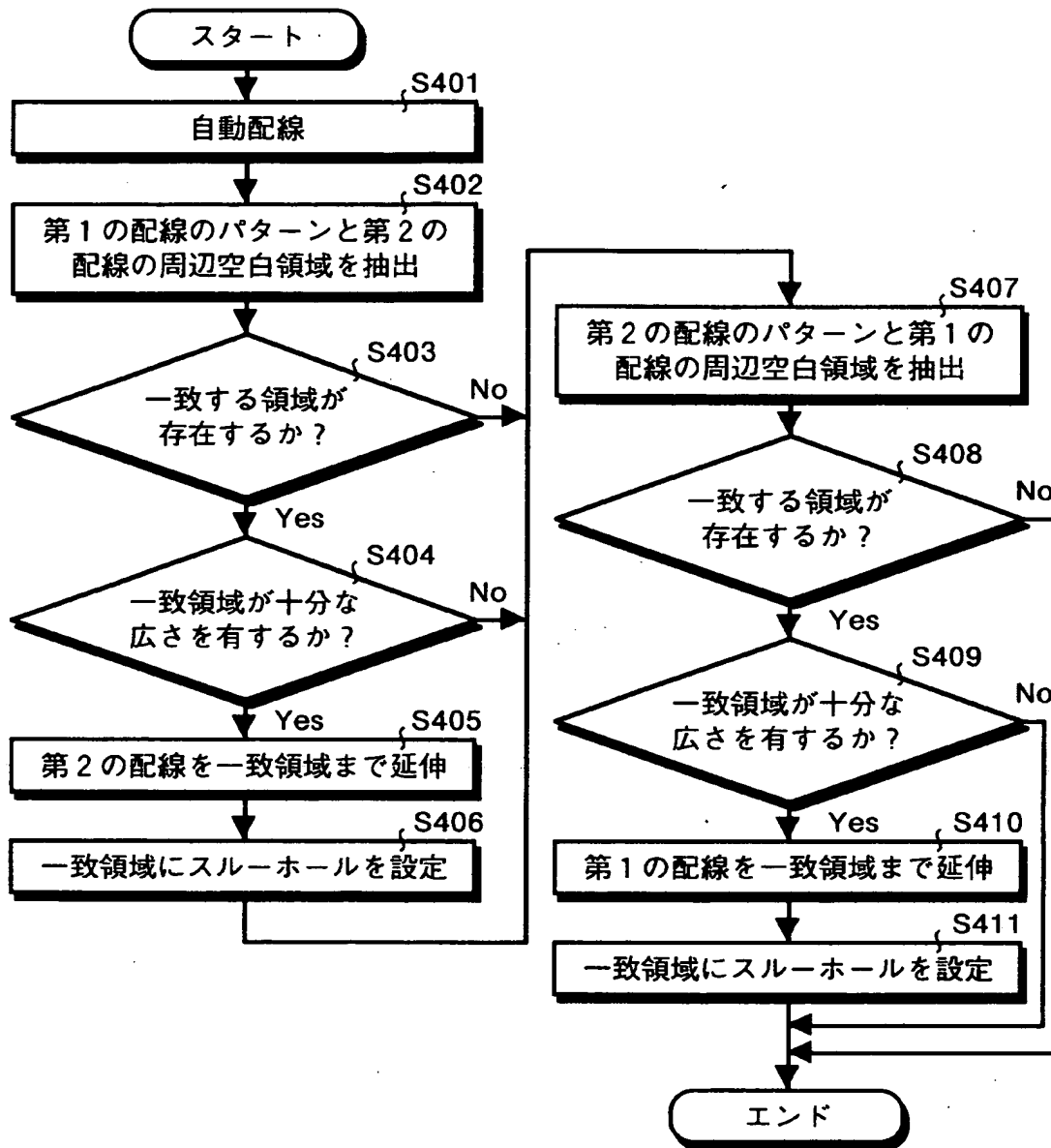




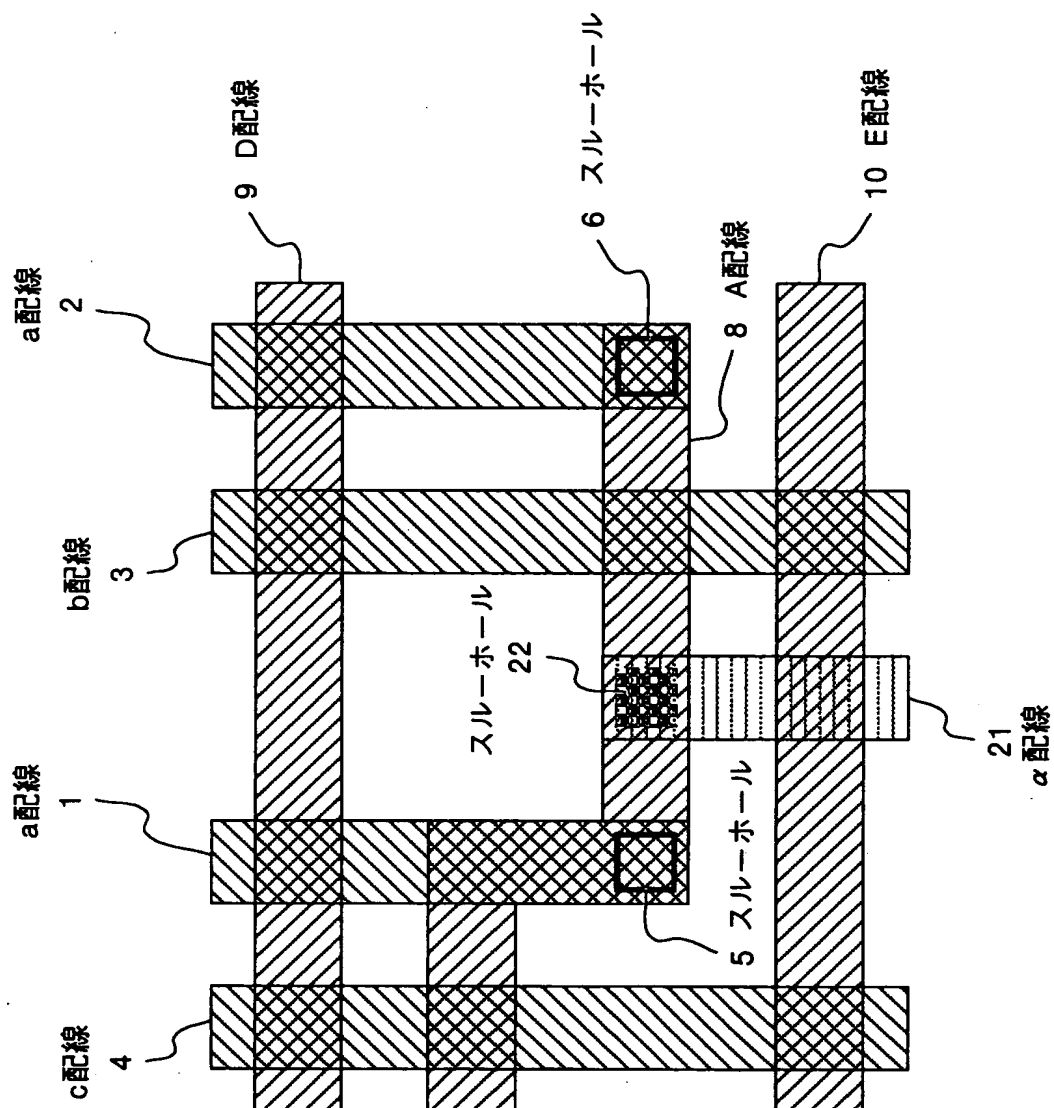
【図3】



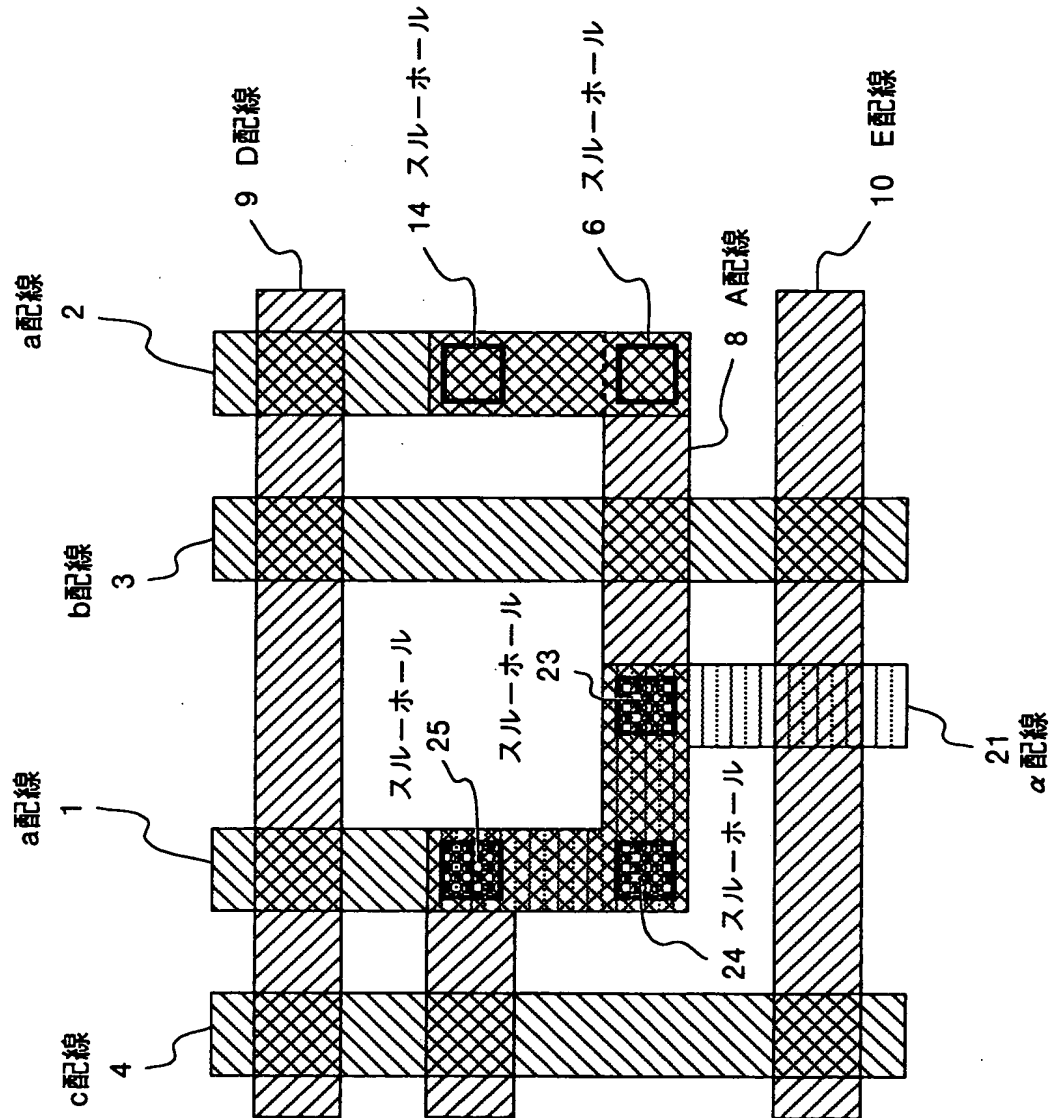
【図 4】



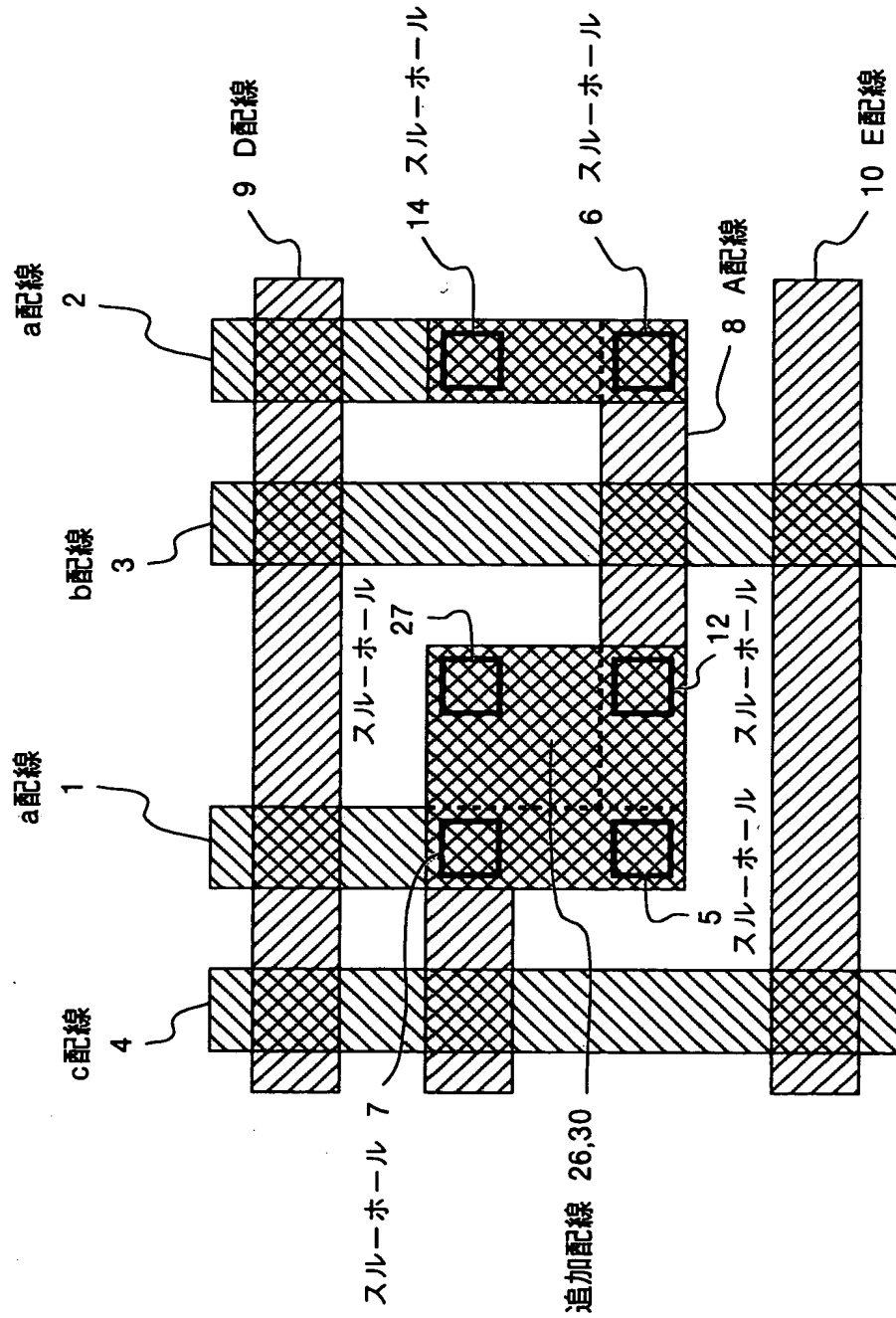
【図 5】



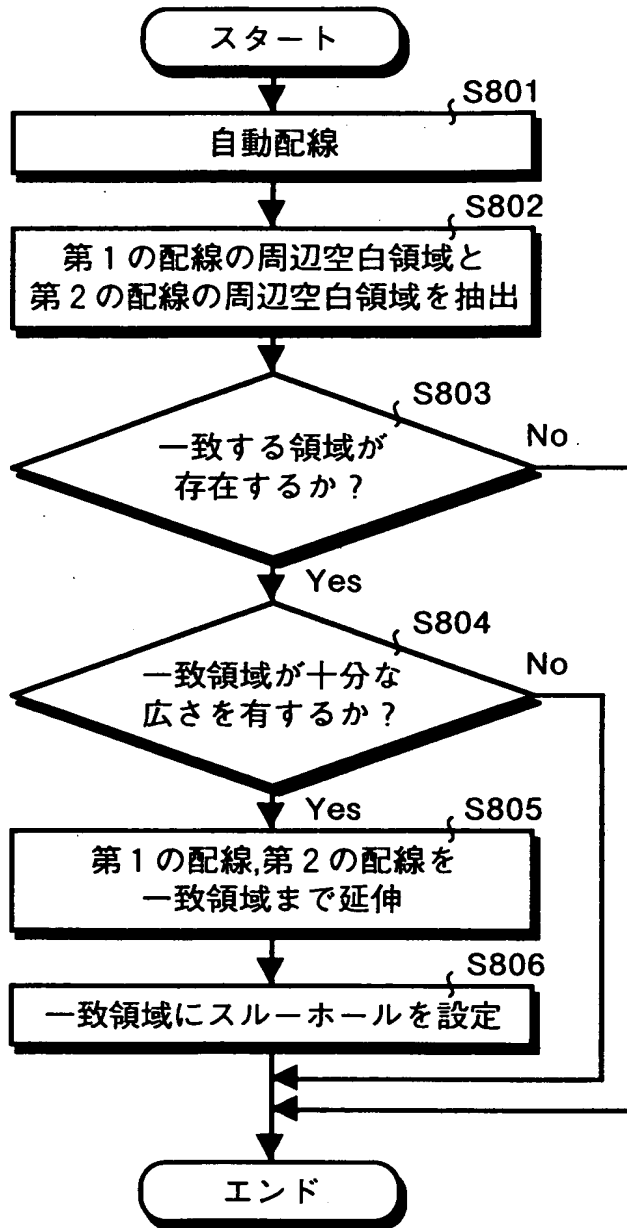
【図 6】



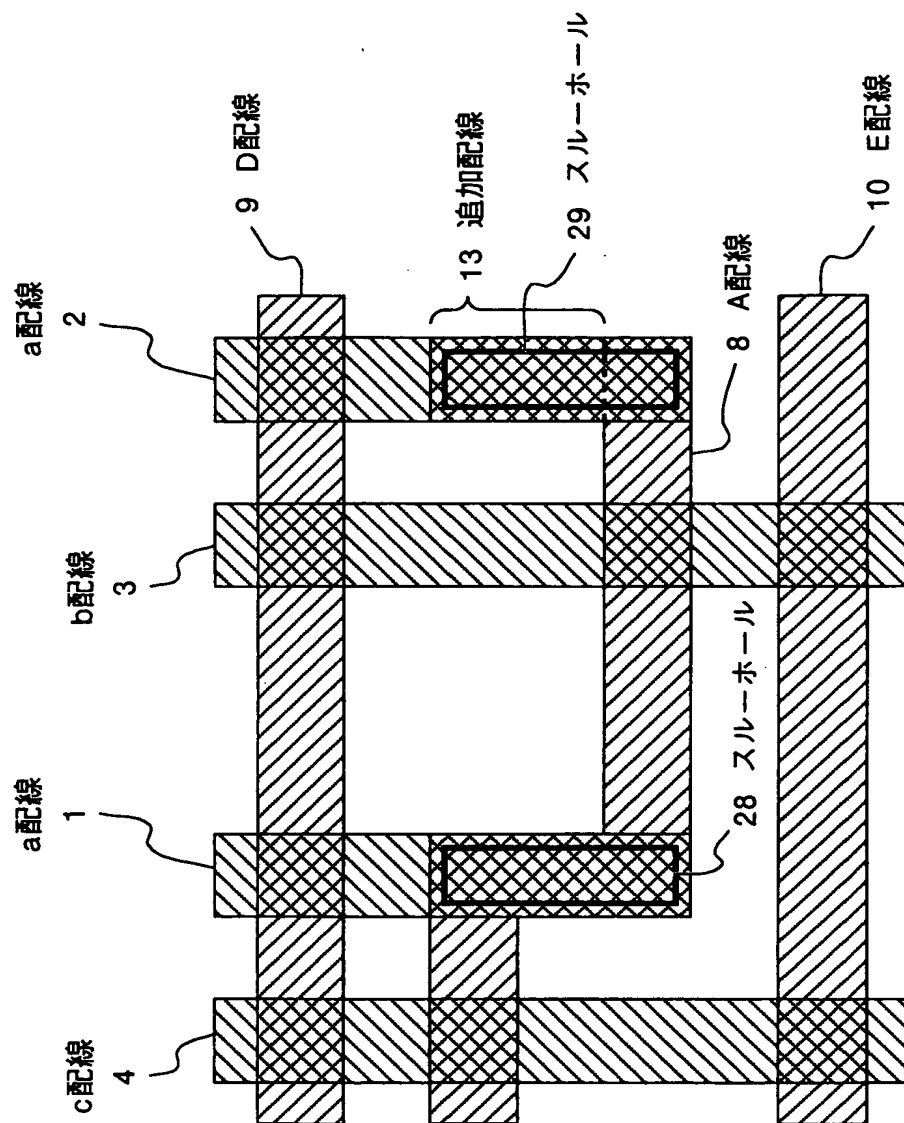
【図 7】



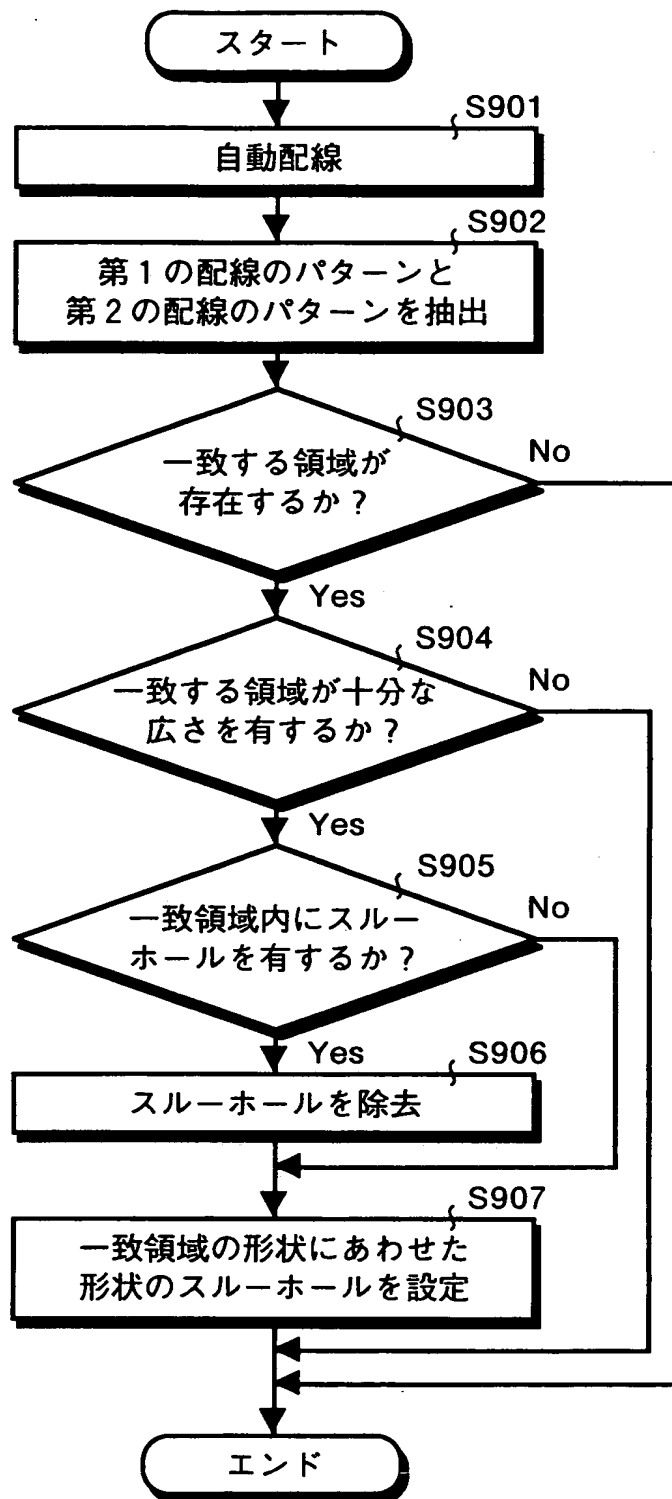
【図 8】



【図 9】

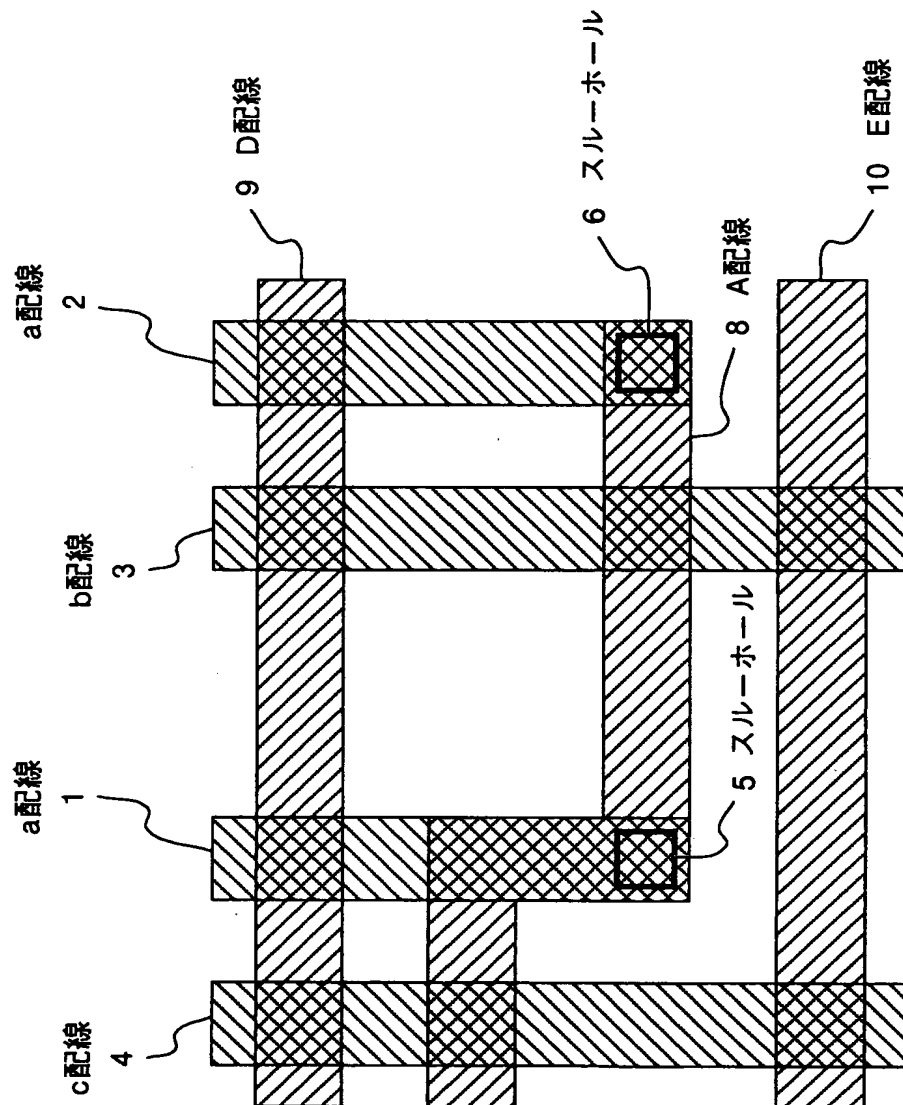


【図 1 0】





【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

---

【課題】 多層構造を有する半導体集積回路において、回路全体の特性を悪化させることなく良好な層間接続を実現できる配線方法を提供すること。

【解決手段】 スルーホールを1つ形成することを条件として配線を決定する工程と、決定した配線のうち異なる層上に配置され電氣的に接続する必要がある配線の組をピックアップして各配線の占める領域を抽出する工程と、各配線間に一致する領域が存在するか否かを判断する工程と、一致する領域がスルーホールを設定可能な広さを有するか判断する工程と、一致領域上に新たに他のスルーホールを設定する工程を含む。一度決定した配線のパターンを変化させることなく新たに他のスルーホールの設定を行うことで、半導体集積回路の特性を損なうことなく層間接続の低抵抗化、エレクトロマイグレーション耐性の向上、半導体集積回路の歩留まりの向上を実現できる。

【選択図】 図2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006013]

1. 変更年月日 1990年 8月24日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

氏 名 三菱電機株式会社